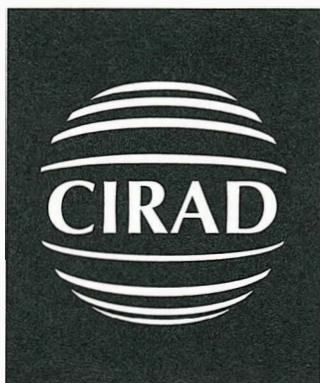


CIRAD-Forêt
45bis, avenue de la Belle Gabrielle
94736 NOGENT-SUR-MARNE CEDEX



**ACTION DE CONSERVATION DE LA BIODIVERSITE
DES ROTINS DE MALAISIE**

RAPPORT FINAL

Contrat B9/1/4-3048/10259
entre la Commission des Communautés Européennes (DG XI)
et le CIRAD-Forêt

Novembre 1993

CIRAD-Forêt
45bis, avenue de la Belle Gabrielle
94736 NOGENT-SUR-MARNE CEDEX

**ACTION DE CONSERVATION DE LA BIODIVERSITE
DES ROTINS DE MALAISIE**

RAPPORT FINAL

**Contrat B9/1/4-3048/10259
entre la Commission des Communautés Européennes (DG XI)
et le CIRAD-Forêt**

**Marie-Claude BON
Marc CHAUVIERE
Hélène JOLY**

Novembre 1993

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
PHASE 1 - PROSPECTIONS ET RECOLTES	5
1- <i>Calamus manan</i>	
2- <i>Calamus caesius</i>	
3- <i>Calamus subinermis</i>	
4- <i>Calamus trachycoleus</i>	
5- <i>Calamus optimus</i>	
6- Difficultés rencontrées	
PHASE 2 - INSTALLATION DE PARCELLES CONSERVATOIRES	9
1- Production des plants	
2- Parcelles conservatoires	
PHASE 3 - EVALUATION DE LA VARIABILITE GENETIQUE: DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX	10
PHASE 4 - EVALUATION DE LA VARIABILITE GENETIQUE: ETUDE PAR ELECTROPHORESE ISOENZYMATIQUE	13
1- Conditions expérimentales	
2- Analyse de la diversité génétique	
CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	21
ANNEXES	

INTRODUCTION

Les rotins regroupent environ 600 espèces de 13 genres différents (sous-famille des *Calamoideae*, famille des *Palmae*). Trouvées uniquement dans les forêts tropicales d'Asie et d'Afrique, la plupart des espèces sont concentrées en Asie du Sud-Est où elles constituent une part importante de la diversité des plantes grimpantes des forêts naturelles.

Utilisées traditionnellement, de nombreuses espèces sont récoltées actuellement pour répondre à une importante demande régionale et mondiale. Les plantations villageoises ou industrielles étant très peu développées, les rotins sont cueillis en forêt naturelle par les villageois ; une première transformation est généralement effectuée localement avant l'exportation de la canne. Suite à une demande croissante, la cueillette des rotins s'est accentuée dans un périmètre forestier dont, de plus, l'étendue diminuait sous l'influence des exploitations ou des transformations. Les ressources en rotins se sont donc appauvries et certaines espèces commerciales ont pratiquement disparues de certaines contrées.

Il est donc nécessaire de mener des actions d'évaluation et de conservation de la diversité génétique des rotins. La mise en place de plantations villageoises ou industrielles, dont dépend la satisfaction future des besoins de l'industrie des rotins, doit participer à la préservation de cette diversité. En effet, des actions de conservation *in situ* sont menées dans des zones de protection intégrale mais elles ne peuvent suffire à conserver l'ensemble de la diversité des rotins ; de plus, la surveillance de ces zones de réserve est difficile.

Dans le cadre de ce programme les actions de recherches ont été concentrées sur trois espèces commerciales :

- *Calamus manan* (Manau), originaire de Malaisie péninsulaire, de Sumatra, du Sud Kalimantan. Cette espèce donne une canne de gros diamètre (30 à 80 mm) de forte valeur commerciale. Etant monocaule, son exploitation engendre la perte de l'individu, expliquant probablement la disparition du Manau dans certaines parties de son aire naturelle.
- *Calamus caesius* (Sega), présent en Malaisie péninsulaire, au Sabah, au Sarawak, à Kalimantan et à Sumatra. La canne de faible diamètre (7 à 16 mm) est récoltée sur des pieds multicaules qui acceptent plusieurs exploitations.
- *Calamus subinermis* (Batu), endémique du Sabah (Dransfield, 1979). La canne de gros diamètre (20 à 40 mm) est appréciée et tend à se substituer à *C. manan*. Produisant parfois des pousses basales, cette espèce ne possède cependant pas la même facilité de régénération de tiges que *C. caesius*.

Le programme a été réalisé en 4 phases :

- 1) Récolte de graines dans les régions d'origine, par semencier séparé dans la mesure du possible. L'identification des provenances, origines, descendances a été conservée pour pouvoir étudier des différentes composantes de la variabilité génétique.
- 2) Plantations de parcelles conservatoires en gardant les identifications des descendances, en parcelles séparées par provenance dans la mesure du possible. Les plantations ont été faites sous couvert forestier.

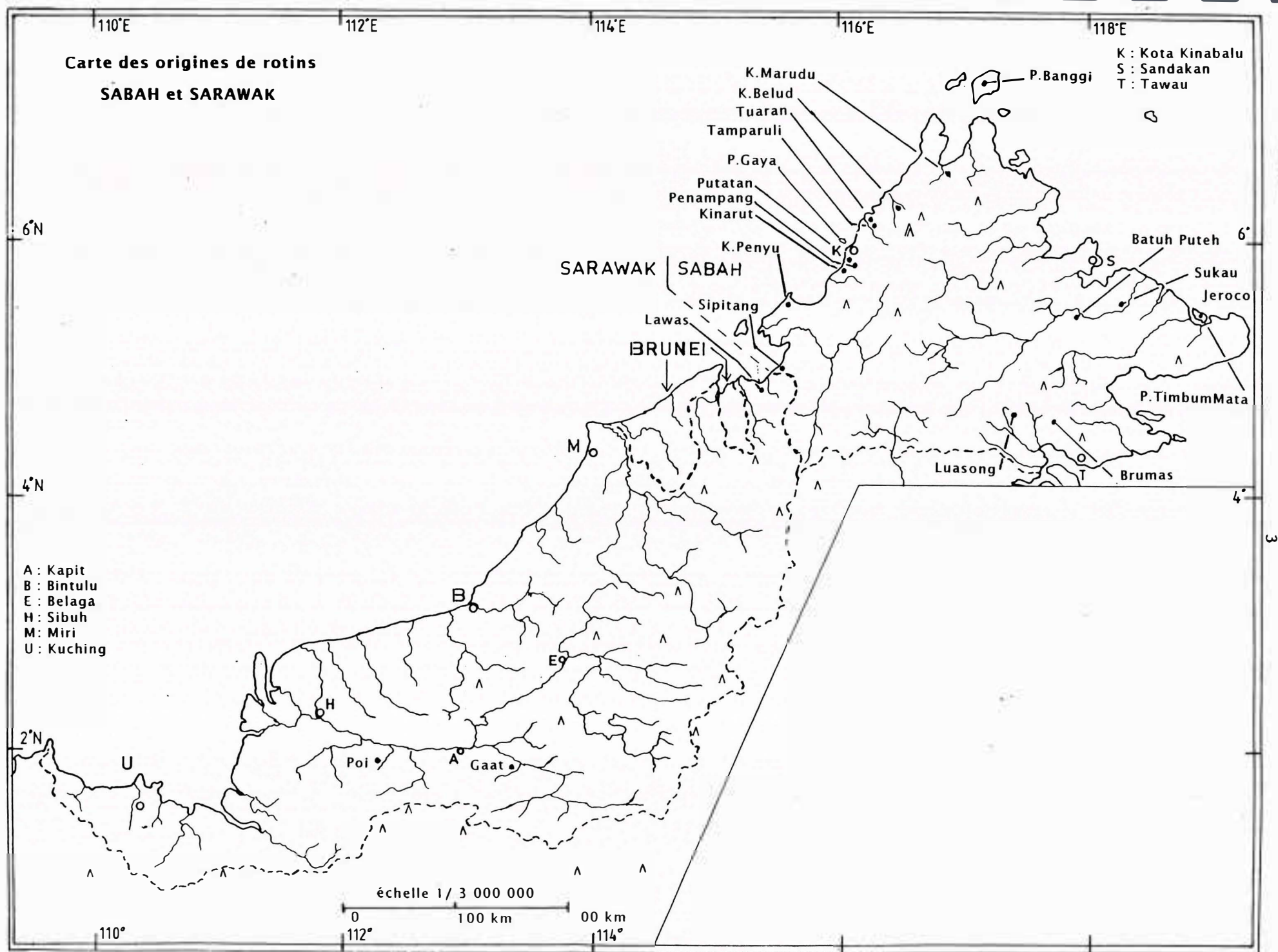


Figure 2 : Origine des rotins récoltés dans l'île de Bornéo

- 3) Les parcelles conservatoires ont été installées selon des dispositifs statistiques adaptés à l'étude de la variabilité intra-provenance de caractères morphologiques et de croissance.
- 4) Etude de la diversité génétique par analyse par électrophorèse isoenzymatique. Ceci a nécessité la mise au point préalable de techniques sur du matériel végétal qui n'était pratiquement pas étudié suivant ces méthodes.

Ce programme a été entrepris dans le cadre du partenariat entre le CIRAD-Forêt et Innoprise Corporation Sdn Bhd (ICSB, filiale de la Sabah Foundation) qui développe un large projet de conservation, d'amélioration et de plantation des rotins. Le Forest Research Institute of Malaysia (FRIM, Malaisie péninsulaire), le Forest Research Centre de Sandakan (FRC, Forest Department of Sabah) et le Forest Department of Sarawak ont apporté leur concours pour le bon déroulement du programme, en particulier pour la phase de récolte. Un tiers des graines collectées en Malaisie péninsulaire a été laissé à la disposition du FRIM; une partie des descendance collectées pour *C. caesius* et *C. trachycoleus* est analysée en commun avec le FRC.

PHASE 1 - PROSPECTIONS ET RECOLTES

Des opérations de récolte ont été menées dans le cadre de ce projet en Malaisie péninsulaire et au Sarawak. Profitant de notre présence au Sabah, les récoltes ont pu y être effectuées de façon plus échelonnées suivant les opportunités. Le FRC de Sandakan a participé à l'enrichissement de notre collection. L'origine du matériel récolté est donnée figures 1 et 2 (détails en annexe)

Ces opérations ont intéressé les trois espèces citées ci-dessus (*C. manan*, *C. caesius*, *C. subinermis*) ainsi que les espèces suivantes :

- *Calamus trachycoleus* (Irit), originaire du Kalimantan. Semblable au Sega et multicaule, il produit cependant des stolons. Il est utilisé en plantation au Sabah et préfère les sols fertiles et humides.
- *Calamus optimus* (Sega au Sarawak), originaire du Kalimantan et du Sarawak, faiblement représenté au Sabah. Malgré quelques signes distinctifs, il est facilement confondu avec *C. caesius*, notamment lors des récoltes de canne.

Les rotins sont des espèces dioïques pour lesquelles la détermination du sexe est jusqu'à présent dépendante de l'entrée en floraison. Celle-ci intervient de façon échelonnée dans un peuplement à partir de 3,5 ans en général mais de nombreux pieds fleurissent plus tardivement. Nous suivons régulièrement divers placeaux de plantation en *C. manan* et en *C. caesius*, pour étudier la phénologie de la reproduction et la structure des populations. Pour ces deux espèces, le sex-ratio est largement déséquilibré avec des rapports de 1 femelle pour 5 à 6 mâles. Dans une même parcelle, la maturation des fruits intervient de façon plus ou moins étalée pour les différentes plantes femelles. Nos observations lors des récoltes sur de plus vastes étendues montrent des variations importantes suivant les localités.

1. *Calamus manan*

Avant 1992, la collection comprenait seulement 15 descendance issues de plantations et 6 mélanges. A partir de 1992, 3 récoltes ont été effectuées en Malaisie péninsulaire et des graines ont été collectées dans des plantations au Sabah.

Le tableau 1 montre que la récolte de graines de *C. manan* en forêt naturelle n'a pu commencé qu'en mars 1992 pour obtenir 12 descendance en milieu naturel et 19 en plantation. Pour la plupart de ces dernières, l'origine des graines n'a pu être relevée de façon fiable.

2. *Calamus caesius*

Un grand nombre de descendance de *C. caesius* était disponible avant le démarrage du projet (tableau 2). Nous avons donc mis l'accent sur les autres espèces pour la phase de récolte. Lors de notre expédition au Sarawak, cette espèce a été recherchée, mais peu de plantes ont été trouvées et aucune fructification n'a pu être observée.

3. *Calamus subinermis*

Cette espèce est endémique du Sabah et n'a donc pas fait l'objet d'expédition particulière dans le cadre de ce projet. La collection était conséquente avant 1992 après avoir bénéficié des récoltes organisées par le FRC de Sandakan (tableau 3).

4. *Calamus trachycoleus*

Cette espèce originaire de Kalimantan a été plantée à Batuh Puteh par la SAFODA puis par ICSB dans le périmètre de Luasong. Des récoltes de 31 descendance ont été effectuées dans les plantations de Batuh Puteh avant 1992.

5. *Calamus optimus*

Cette espèce, rare au Sabah, est fréquemment rencontrée au Sarawak où elle est exploitée pour sa canne. Une reconnaissance au Sarawak avait été effectuée en 1992 ; malgré des contacts peu fructueux, il avait été indiqué que la période de maturation des fruits se situait entre novembre et décembre. Une expédition a été effectuée en novembre 1993 en sollicitant le concours du Forest Department et du Department of Agriculture du Sarawak qui confirmaient la possibilité de récolter des fruits mûrs.

Nous avons pu collecter 2 descendance en forêt, dans la région de Kapit. De nombreux pieds de rotins ont pu être visités mais la maturation des fruits observés ne semble pouvoir intervenir qu'au début de l'année prochaine.

6. Difficultés rencontrées

Le programme a porté sur 3 espèces principales et 2 supplémentaires de Malaisie. Certaines sont naturellement présentes ou abondantes dans d'autres états que le Sabah. Pour effectuer des récoltes dans ces autres régions, il était impératif d'obtenir les autorisations et l'aide d'organismes gouvernementaux tels que le FRIM en Malaisie péninsulaire, les Forest Department des différents états. Pour le Sabah, le même cheminement est nécessaire pour couvrir une aire plus vaste que la concession d'ICSB. Seul l'exploitation et l'aménagement forestiers du périmètre sont confiés à ICSB ; l'autorisation de collecte des cannes de rotin reste du ressort du Forest Department. Si *C. caesius* est présent dans la concession, le milieu est peu propice au développement naturel de *C. subinermis* trouvé en plus grande abondance en zone côtière.

Dans l'ensemble des régions visitées en Malaisie, nous avons rencontré des difficultés pour trouver de nombreux pieds dans les forêts ouvertes et seul les parcs ou réserves peuvent encore supporter une riche population de rotins. L'autorisation de collecte dans ces zones protégées est en général du ressort d'administrations séparées du domaine forestier. En plus des nécessités de logistique (véhicule, grimpeur pour la récolte ...), l'organisation des récoltes nécessite un tissu d'informateurs permettant d'accéder rapidement aux lieux de récolte en temps opportun. Or les connaissances en matière de phénologie de la reproduction des rotins sont encore faibles.

Lors des missions de prospection, nous avons pu constater la pression des récolteurs de canne, les habitants originels des villages, sur la population de rotins. Dans les lieux accessibles, les cannes sont en grande partie récoltées, avant même la maturation des fruits de commerce moins lucratif. L'exploitation des rotins étant traditionnellement laissée à ces villageois, notre arrivée suscite l'appréhension dans la mesure où nous exigeons d'assister à la récolte des graines pour vérifier l'absence de mélange et mesurer la plante mère.

PHASE 2 - INSTALLATION DE PARCELLES CONSERVATOIRES

1. Production des plants

Les graines de rotins perdent rapidement leur pouvoir de germination qui devient quasiment nul un mois après la récolte. Aucune solution de conservation sur une plus longue durée ne semble possible dans un avenir proche. Les graines sont donc semées dans de brefs délais dans des lits de sable. La germination est souvent lente dans le cas de fruits juste mature, les taux de germination sont très variables suivant les lots, les récoltes provenant du Sabah donnent souvent de meilleures réussites suite à un délai de transport plus court. Les plantules sont ensuite repiquées dans des pots en plastique, de 1,3 litre, remplis de terre (argileuse dans le secteur de Luasong).

Les plants sont conservés en pépinière pendant un minimum de 9 mois après repiquage pour obtenir des hauteurs d'environ 60 cm. Cette grande taille est préférable pour obtenir un taux élevé de reprise après plantation. De plus, les jeunes rotins sont soumis à des déprédations de la part de singes ou de porc-épics qui semblent moins attirés par les plants plus grands, aux épines probablement plus coriaces. Cultivés en grands pots, les plants peuvent être conservés plus longtemps en pépinière sans dommage pour la reprise en plantation.

2. Parcelles conservatoires

Les parcelles conservatoires sont installées dans le périmètre de Luasong où nous recherchons des zones assez homogènes et supportant un couvert forestier abondant. Un premier secteur a été planté entre décembre 1990 et février 1993 (tableau 4). Une nouvelle zone d'implantation de parcelles conservatoires a été délimitée et autorisée par l'ICSB en septembre 1993.

Les travaux de préparation du terrain sont en cours : délimitation des parcelles, ouverture de layons de 4 m de largeur tous les 10 m, éclaircie éventuelle dans le peuplement forestier préexistant pour obtenir un taux d'ombrage d'environ 50 % en privilégiant les arbres de diamètre moyen à fort pour servir de supports aux rotins. La plantation des parcelles conservatoires avec les descendances ayant atteint un développement suffisant en pépinière est programmée en décembre 1993/janvier 1994.

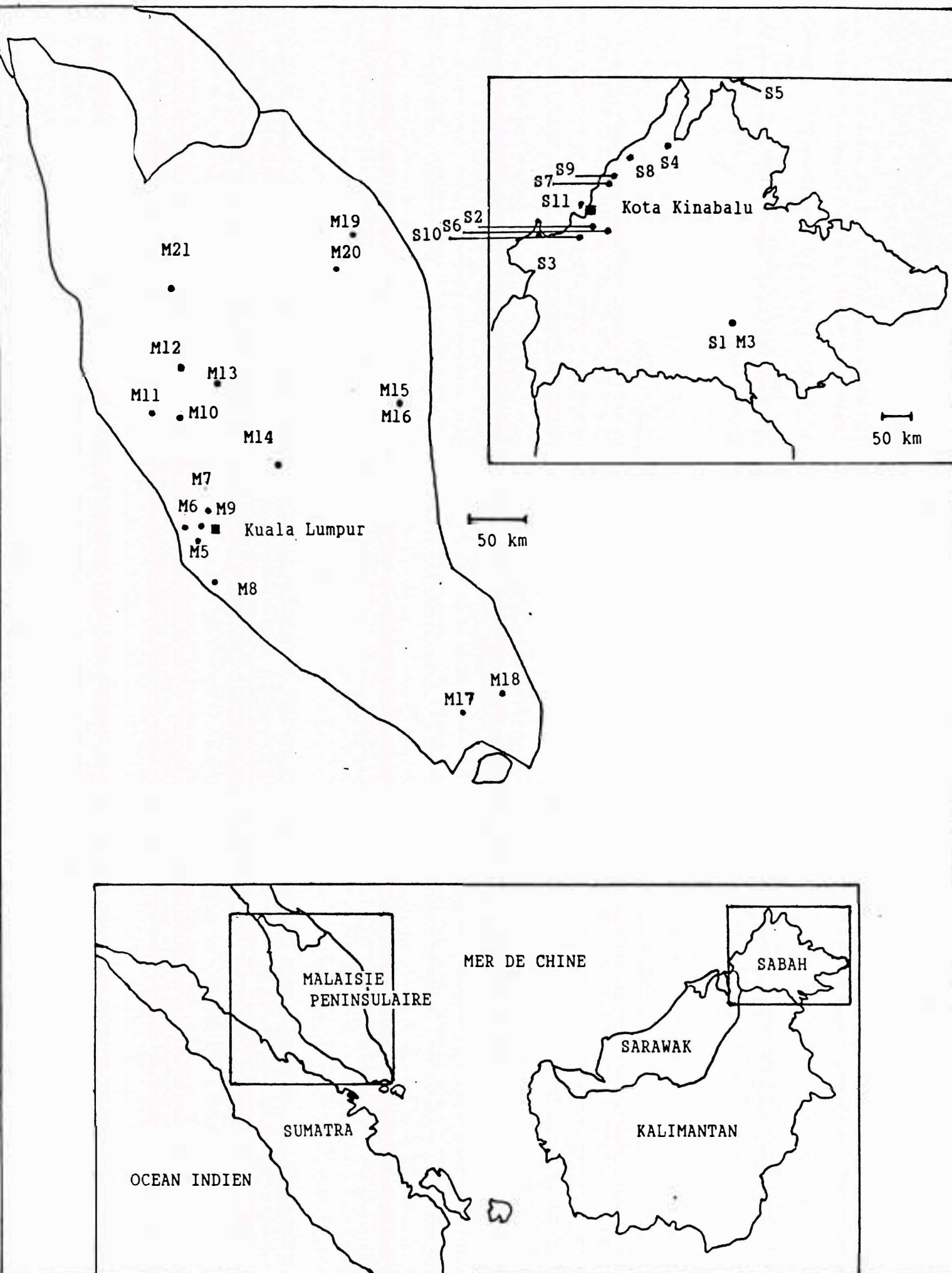


Figure 3 : Localisation de certaines provenances de *Calamus manan* et *subinermis*

PHASE 4 - EVALUATION DE LA VARIABILITE GENETIQUE : ETUDE PAR ELECTROPHORESE ISOENZYMATIQUE

1 - Conditions expérimentales

Matériel végétal utilisé

Une grande partie de l'aire naturelle de *Calamus manan* et de *Calamus subinermis* a été échantillonnée et représentée respectivement par 21 et 11 provenances (Figure 3, annexe). Le nombre de descendance par provenance varie de 1 à 18. Un individu par descendance est analysé. Les recherches préliminaires qui avaient porté sur des rotins, pris à divers stades de développement ontogénétique (tableau 6) ont démontré la faisabilité des investigations génétiques assistée par marqueur isoenzymatique sur plantule entière d'au moins 20 jours après imbibition et sur feuille de plant de pépinière ou de plantation. L'échelonnement de la fructification des rotins pour une même aire géographique conjoint à l'absence de mode de conservation des graines et le caractère dioïque des rotins ont limité le choix du matériel d'étude au feuille de rotin en pépinière ou plantation uniquement (photos n°1 et n°2).

Méthode d'extraction

Le matériel frais est broyé dans un mortier, préalablement refroidi, en présence de tampon (Tris-HCl pH 7.5 0.1M, NAD 0.4mM, Saccharose 0.5M, BSA 0.1 %, Cysteine-HCl 0.006M, Dithiothreitol 0.001M, Acide Ascorbique 0.006M, EDTA 0.5mM, Tween 80 1 %, Tergitol 15-S-9 1 %, PVP 40M 7%, β mercaptoethanol 0.7% pour les feuilles, et Phosphate Na/Na₂ 0.1M, EDTA 0.001M, Saccharose 15%, PVP 40M 2%, BSA 0.1%, Tween 80 1%, Tergitol 15-S-9 1 %, P-5-P 0.2mM, PEG 20M 2%, NAD 0.4mM, Cysteine-HCl 0.006M, β mercaptoethanol 0.7 %, pH 7.3 avec Na₂HPO₄ pour les plantules) à raison de 4.0 μ l/mg de feuilles et de 2.0 μ l/mg de plantules. Le mélange est centrifugé à 30.000 g pendant 30 minutes. Le surnageant est fractionné dans des tubes de polypropylène et conservé au congélateur (-18°C).

Systèmes de migration

Electrophorèse sur gel d'amidon

Préparation des gels et des tampons

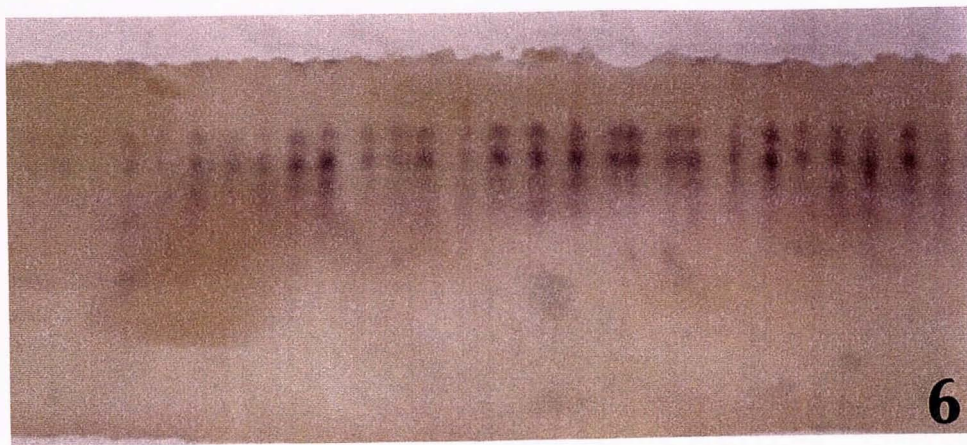
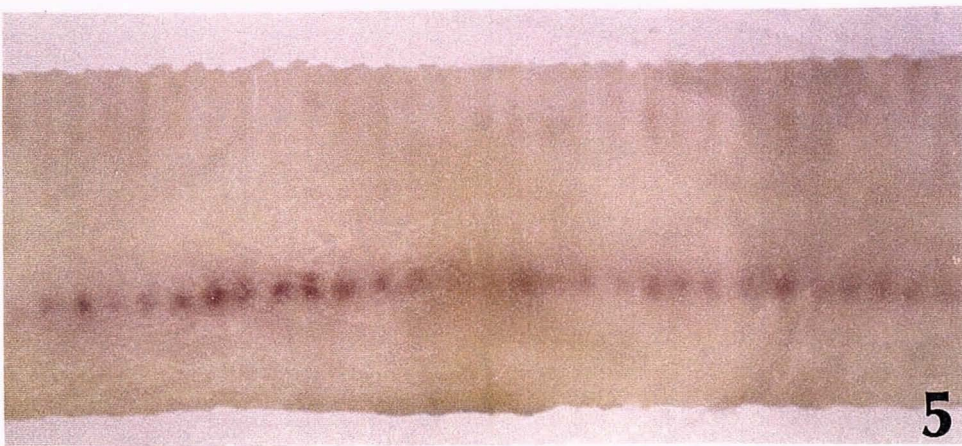
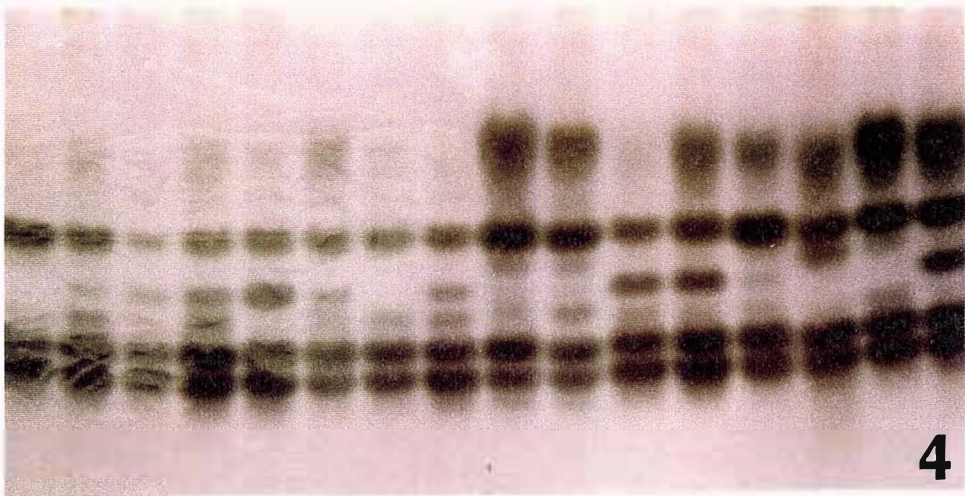
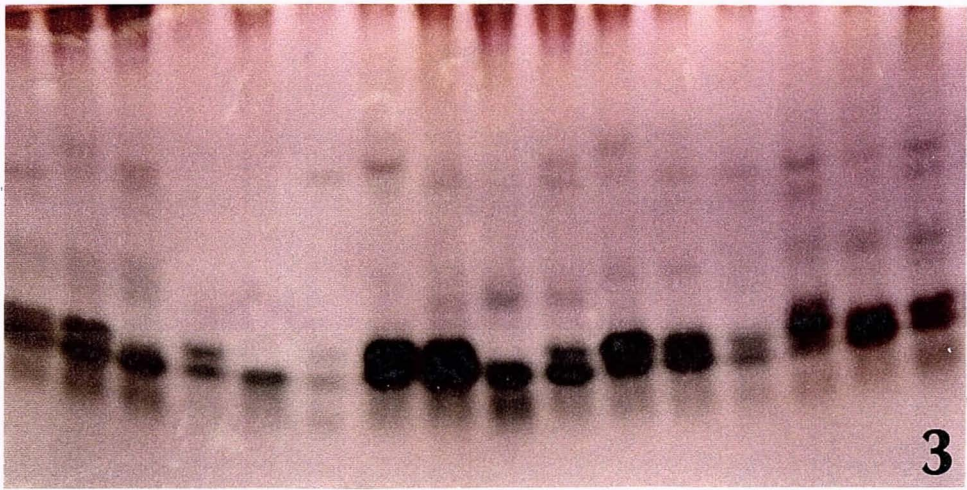
Les gels sont préparés la veille de leur utilisation. La préparation d'un gel de 400 ml de volume (pour une cuve d'altuglass de 18 x 13.5 x 1 cm de fabrication locale) se fait en mélangeant 48 g d'amidon [Connaught] à 400 ml de tampon (tableau 7). Le mélange est chauffé et agité jusqu'à ébullition et formation de petites bulles; il a alors une apparence transparente et fluide. Après dégazage, il est coulé dans le moule. Le refroidissement se fait à température ambiante puis à 4°C. Le gel est recouvert d'une feuille de plastique alimentaire afin de limiter les risques d'évaporation.

Deux systèmes de migration ont été testés en fonction des groupes enzymatiques étudiés.

Dépôt des échantillons

Les dépôts des échantillons sont faits dans des fentes (30) pratiquées à 3 cm du bord cathodique du gel. Des rectangles de papier Whatman de 2 x 10 mm imbibés d'extrait, sont déposés dans chaque fente à l'aide de pinces. Du bleu de bromophénol ajouté aux extraits permet de suivre l'évolution de la migration.

-
↓
+



Migration

Le gel est ensuite placé entre deux cuves (Apelex) remplies de tampon dont le contact est assuré par deux éponges. Puis il est recouvert d'une plaque de verre supportant un pain réfrigérant. La migration se déroule à 4°C pour pallier l'échauffement du gel et à faible voltage (150 V) jusqu'à ce que le colorant ait dépassé l'origine de 0.5 cm. A cette étape, le voltage est rétabli à 180 V/gel (systèmes H et L). La migration est terminée au bout de 4 à 6 heures. Le gel est alors découpé en tranches de 1.5 mm d'épaisseur à l'aide d'un fil d'acier.

Electrophorèse sur gel d'acrylamide

Préparation des gels et du tampon

Une cuve verticale de marque IBI est utilisée. Les gels sont de type continu TBE (Tris-Borate-EDTA) de 1.5 mm d'épaisseur et préparés la veille de leur utilisation. On coule successivement un gel de séparation (running gel) puis un gel de concentration (stacking gel). La composition des gels et tampons est indiquée sur le tableau 8.

Dépôts des échantillons

Vingt dépôts, d'au plus 15 µl par échantillon coloré au bleu de bromophénol sont effectués dans les puits prévus dans le stacking gel.

Migration

La migration se déroule à 4°C à voltage constant: 120 V pendant la prémigration de 30 minutes et la traversée du stacking puis 200 V. Elle est arrêtée après une durée variable selon les systèmes enzymatiques, ne dépassant pas les 4 ou 5 heures.

Révélation des systèmes enzymatiques

Les solutions de révélation utilisées sont adaptées pour le rotin à partir de la littérature (Shaw and Prasad, 1970; Pitel and Cheliak, 1984).

2 - Analyse de la diversité génétique

Hypothèses de déterminisme génétique

Les bandes des zymogrammes interprétées comme locus et allèles permettent de passer du phénotype (observation des bandes) au génotype ; la connaissance du génotype de chaque individu permet l'étude de la diversité génétique (Photos n°3 à 6). En l'absence de descendances issues de croisements contrôlés entre parents génétiquement connus, les premières hypothèses de déterminisme génétique ont été émises à partir des ségrégations observées sur des zymogrammes de descendances maternelles obtenues en fécondation libre (tableau 9). Elles concernent à ce jour, pour *Calamus manan*, 8 systèmes enzymatiques et, pour *Calamus subinermis*, 9 systèmes enzymatiques. Pour chaque espèce, 13 et 16 loci ont été déterminés respectivement. Seulement les 13 locus communs ont été utilisés pour l'analyse de la diversité génétique.

Tableau n° 11 : Paramètres de génétique

Population	Taille de l' échantillon	Nombre moyen d' allèles par locus	Pourcentage de locus polymorphes	Hétérozygotie moyenne		Indice de fixation
				Observée	Attendue	
1. Kalimantan (m)	14,8	2,2	84,6	0,388	0,396	0,020
2. Jeroco (m)	14,9	2,4	84,6	0,403	0,402	- 0,002
3. Brumas (m)	16,7	2,2	69,2	0,256	0,309	0,171
4. Selangor (m)	9,0	2,3	84,6	0,368	0,406	0,094
5. Pahang (m)	10,9	2,4	84,6	0,327	0,425	0,231
6. PahangE (m)	4,0	2,0	76,9	0,442	0,409	- 0,081
7. Johor (m)	4,0	1,9	84,6	0,538	0,456	- 0,180
8. Terrengannu (m)	3,0	2,0	84,6	0,590	0,477	- 0,237
9. Brumas (s)	16,9	2,4	76,9	0,430	0,416	- 0,034
10. Putatan (s)	7,0	1,8	61,5	0,352	0,310	- 0,135
11. KPenyu (s)	6,8	2,2	76,9	0,500	0,418	- 0,196
12. Penampan (s)	7,0	2,2	76,9	0,407	0,422	0,036
13. Tamparuli (s)	5,0	2,3	76,9	0,400	0,444	0,099
14. KBelud (s)	6,0	2,4	76,9	0,410	0,445	0,079
15. Tuaran (s)	4,0	2,3	76,9	0,423	0,481	0,121
16. Kinarut (s)	6,0	2,2	76,9	0,436	0,432	- 0,009
**						

Un locus est considéré polymorphe lorsque plus d'un allèle est observé.

La nomenclature suit les règles internationales. Les systèmes enzymatiques sont désignés par des lettres capitales. Pour un système à plusieurs locus, les locus sont référencés par des nombres croissants de l'anode à la cathode. Pour un locus donné, la numération des allèles se fait de l'anode à la cathode.

Diversité et structure des populations

Les paramètres classiques de génétique des populations (fréquences alléliques, taux de polymorphisme, indice de fixation) ont été estimés à l'aide du logiciel biosys-1 (Swofford and Selander, 1981). Les F-statistiques calculés selon le modèle de Wright (1965) ont aussi été estimés grâce à ce logiciel, afin d'évaluer la répartition intra et inter-population de la variabilité.

Les effectifs de plusieurs populations sont beaucoup trop faibles pour calculer des fréquences alléliques de manière fiable; c'est pourquoi dans un premier temps nous avons analysé l'ensemble des descendances de chaque espèce sans référence aux populations. Pour avoir une indication de l'organisation de la diversité génétique nous avons ensuite réalisé les analyses en tenant compte des différentes populations; les regroupements des descendances sont indiqués en annexe.

Analyse au niveau spécifique

Les fréquences alléliques des deux espèces sont données en annexe; les fréquences alléliques pour les espèces sont significativement différentes. Les allèles les plus fréquents dans chaque espèce ne sont pas toujours les mêmes. Le tableau 10 montre que la diversité génétique de *C. manan* ($H=0,466$) est similaire à celle de *C. subinermis* ($H=0,471$); *C. manan* possède un indice de fixation supérieur à celui que l'on observe chez *C. subinermis*. Ces résultats reflètent vraisemblablement une différenciation plus importante chez *C. manan* et donc un plus grand défaut d'hétérozygotes au niveau de l'espèce prise dans son ensemble.

Organisation intra spécifique de la diversité génétique

Les descendances de chaque espèce ont été regroupées en 16 populations; les fréquences alléliques de chacune d'entre elles sont données en annexe. Les allèles les plus fréquents ne sont pas les mêmes pour les populations de chaque espèce. Toutes les populations de *C. subinermis* sont fixées pour le locus Est-2, ce qui n'est pas le cas des populations de *C. manan*. Le tableau 11 donne l'ensemble des paramètres de génétique pour les 16 populations; pour celles dont l'effectif est "suffisant" les populations semblent en équilibre panmictique bien que l'on observe dans certains cas un défaut d'hétérozygotes (Brumas et Pahang chez *C. manan*) et dans d'autres un excès d'hétérozygotes (Putatan et Kuala Penyu chez *C. subinermis*). La diversité génétique intra-population semble aussi importante chez les deux espèces: H varie de 0,31 à 0,48 pour *C. manan* comme pour *C. subinermis*.

Le calcul des F-statistiques (tableau 12) montre que les deux espèces se comportent de manière très similaire; les populations individuelles présentent en moyenne un léger excès d'hétérozygotes ($F_{is} = -0,10$ chez *C. manan* et $-0,08$ chez *C. subinermis*); la population totale de chaque espèce présente un déficit en hétérozygotes ($F_{it} = 0,11$ chez *C. manan* et $0,10$ chez *C. subinermis*). La différenciation entre les populations de chaque espèce est assez importante: $F_{st} = 0,19$ chez *C. manan* et $0,17$ chez *C. subinermis*. On peut cependant noter que le comportement des différents locus varie d'une espèce à l'autre et que les locus discriminants chez *C. manan* (Ak-1, Pgi-2 et Adh) ne sont pas nécessairement discriminant pour les populations de *C. subinermis*.

Les distances génétiques calculées entre les populations (voir annexe) montrent que les distances intra spécifiques sont généralement plus faibles que les distances inter-spécifiques. Le dendrogramme (Figure 4) illustre bien ce résultat car toutes les populations de chaque espèce se regroupent. On notera de plus que pour *C. manan* les populations du Kalimantan, de Brumas et de Selangor sont très différenciées des autres qui forment un groupe plus homogène. Pour *C. subinermis* la population de Brumas et celle de Putatan forment aussi un groupe qui se différencie des autres populations.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le projet a permis de mettre en place les récoltes de graines antérieures et surtout d'augmenter les collections de descendances en permettant l'organisation d'expéditions de collecte en forêt. L'effectif actuel en plantation ou en pépinière pour les 5 espèces étudiées comportent 372 descendances dont 68 prélevées en forêt avec une identification précise. Cette collection représente un outil peu commun en Malaisie pour la conservation et l'étude de la biodiversité des rotins de la région.

Grâce aux expéditions effectuées, nous avons pu établir des contacts aussi bien avec des services officiels qu'avec le personnel de terrain. Nous pouvons donc espérer une plus grande efficacité des prochaines collectes. La période optimale de maturité des fruits reste cependant une information cruciale difficile à obtenir avec certitude.

L'évaluation de la diversité génétique pour les caractères morphologiques nécessite que le matériel soit plus âgé; les premiers résultats obtenus grâce aux marqueurs génétiques montrent que les deux espèces de rotins *C. manan* et *C. subinermis* gardent encore une part importante de diversité génétique, il n'est cependant pas encore possible de préciser si certaines zones sont plus variables que d'autres et devraient faire l'objet de mesure de protection in situ. Le caractère endémique de *C. subinermis* ne lui confère pas une variabilité génétique réduite.

Un article informatif sur le programme de recherche suivi a été rédigé et sera présenté à un séminaire sur la conservation et l'étude de la biodiversité en forêt tropicale organisé par l'ASEAN Institut for Forest Management à Kuala Lumpur (Malaisie) du 29 novembre au 1er décembre 1993.

Les actions entreprises grâce à ce projet seront poursuivies dans le cadre de la collaboration CIRAD-Forêt et ICSB bien que le financement de la DG XI s'achève en Novembre 1993. Les résultats de ces travaux intéressent aussi l'amélioration génétique des populations utilisées pour la production de plants destinés aux plantations d'enrichissement effectuées par ICSB. Les mesures seront donc poursuivies sur les essais implantés et démarreront en 1995 sur les parcelles plantées en fin 1993. L'exploitation des résultats pour les parcelles suffisamment âgées permettra de compléter des études sur la structure de la variabilité génétique dans la mesure où ces nouvelles parcelles contiennent des descendances séparées récoltées en forêt dans diverses régions. D'autres caractéristiques morphologiques pourront être étudiées. Des relations entre caractères adaptatifs et résultats des analyses d'isozymes seront recherchées.

Une extension de ce projet "Conservation, genetic improvement and silviculture of Rattan species in South East Asia" a été soumise à la Communauté Européenne dans le cadre du programme STD3 et pourrait être financée en 1994. Ce projet rassemble les compétences de l'Université de Kew (Angleterre), du FRIM (Malaisie péninsulaire), du FRC de Sandakan et d'ICSB (Sabah, Malaisie) ainsi que celle du CIRAD-Forêt. La structure de cette collaboration est bénéfique pour une meilleure synergie entre les programmes des divers instituts.

A N N E X E S

Tableau 1 : Caractéristiques des rotins *C. manan* (Récoltés au Sélangor)

Individual's No.	1	2	3	4	5	6	7	8
Location	Sg. Buloh FR	Sg. Buloh FR	Sg. Buloh FR	Kancing FR	Dengkil	Lanjan FR	Sg. Buloh FR	Sg. Buloh FR
State	Selangor	Selangor	Selangor	Selangor	Selangor	Selangor	Selangor	Selangor
Provenance	H35-Kepong	H35-Kepong	H35-Kepong	Bukit Kancing	Bukit Tempoi	Bukit Lanjar	D3-Kepong	D3-Kepong
Habitat	Undulating hills	Undulating hills	Undulating hills	Stream/drainage line	Flood plain	Undulating hills	Undulating hills	Undulating hills
Latitude	3.11	3.11	3.11	3.09	2.56	3.14	3.11	3.11
Longitude	101.42	101.42	101.42	102.03	102.05	101.32	101.42	101.42
Altitude (m)	<100	<100	<100	200-300	<100	100-200	100-200	100-200
Rainfall (mm)	2600	2600	2600	n.a.	n.a.	n.a.	2600	2600
Temperature	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Planting	MEP	MEP	EP	Wild	PUR	Wild	EP	EP
Age (dec. year)	12.67	12.67	12.67	n.a.	7.67	n.a.	11	11
Espacement	33x33'	33x33'	22x11'	n.a.	20x10'	n.a.	20x10'	20x10'
Forest Type	Secondary	Secondary	Secondary	Secondary	Agr. Plantation	Secondary	Secondary	Secondary
Slope	7	6	7	20	2	30	7	9
Soil Type	Rengam	Rengam	Rengam	n.a.	n.a.	n.a.	Rengam	Rengam
Stem length (m)	30	25	35	40	20	30	20	20
Total length (m)	40	40	50	60	35	50	30	30
BMDia (cm)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	5.37	3.3	2.18	2.89
BMInt (cm)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	5.53	14.68	17.67	11.64
CMDia (cm)	3.95	3.8	4.75	3.5	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
CMInt (cm)	31	30	33	31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Infrutescence	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

Note : EP : Enrichment Planting
 MEP : Mixed Enrichment Planting
 W : Wild
 PUR : Planting Under Rubber
 n.a. : Not Available

BMDia : Basal Mean Diameter
 BMInt : Basal Mean Internode
 CMDia : Centre Mean Diameter
 CMInt : Centre Mean Internode

Tableau 2 : Caractéristiques des rotins *C. manan* (Récoltés au Pahang)

SEEDLOT NO.	PAH 1/92	PAH 2/92	PAH 3/92	PAH 4/92	PAH 5/92	PAH 6/92	PAH 7/92	PAH 8/92	PAH 9/92	PAH 10/92	PAH 11/92	PAH 12/92	PAH 13/92	PAH 14/92	PAH 15/92
SPECIES	CALAMUS MANAN	CALAMUS MANAN	CALAMUS MANAN	CALAMUS MANAN	CALAMUS MANAN	CALAMUS MANAN	CALAMUS MANAN	CALAMUS MANAN	CALAMUS MANAN	CALAMUS MANAN	CALAMUS MANAN	CALAMUS MANAN	CALAMUS MANAN	CALAMUS MANAN	CALAMUS MANAN
LOCAL NAME	MANAU	MANAU MNYAE	MANAU	MANAU	MANAU	MANAU	MANAU	MANAU	MANAU	MANAU	MANAU	MANAU	MANAU	MANAU	MANAU
LOCATION	ULU DONG, RAU	SO. LAMA	KUALA LIPIS	KUALA LIPIS	KUALA LIPIS	KUALA LIPIS	KUALA LIPIS	MENTAKAB	MENTAKAB	MENTAKAB	MENTAKAB	KUANTAN	KUANTAN	KUANTAN	KUANTAN
STATE	PAHANG	PAHANG	PAHANG	PAHANG	PAHANG	PAHANG	PAHANG	PAHANG	PAHANG	PAHANG	PAHANG	PAHANG	PAHANG	PAHANG	PAHANG
PROVENANCE NAME	KO. JELU	PENERABAS	TRENGGOLU	TRENGGOLU	TRENGGOLU	TRENGGOLU	KO. LALANG	KEMABUL	KEMABUL	KEMABUL	KEMABUL	SUNDAI PANDAN	SUNDAI PANDAN	SUNDAI PANDAN	SOUTH-SOUTH

FOREST TYPE	PLANTATION (R)	PRIMARY	PLANTATION (P)	PLANTATION (P)	PLANTATION (P)	PLANTATION (P)	PLANTATION (R)	PLANTATION (P)	PLANTATION (P)	PLANTATION (P)	PLANTATION (P)	SECONDARY	SECONDARY	SECONDARY	SECONDARY
ESPACEMENT	11x24'	NIL	11x22'	11x22'	11x22'	11x22'	NA	5.5x4.3m	5.5x4.3m	5.5x4.3m	5.5x4.3m	NA	NA	NA	NA
HABITAT	DRAINAGE LINE	UNDULATING HILLS	UNDULATING HILLS	UNDULATING HILLS	UNDULATING HILLS	UNDULATING HILLS	DRAINAGE LINE	DRAINAGE LINE	UNDULATING HILLS	UNDULATING HILLS	UNDULATING HILLS	UNDULATING HILLS	UNDULATING HILLS	DRAINAGE LINE	DRAINAGE LINE
VEGETATION STRUCT	LOF	LCF	TOF	TOF	TOF	TOF	LOF	TOF	TOF	TOF	TOF	LOF	LOF	LOF	LOF
SOIL TEXTURE	SL	LOAM	SCL	SCL	SCL	SCL	SL	SC	SC	SC	SC	SCL	SCL	SCL	SCL
SPECIE FREQUENCY	COMMON	RARE	COMMON	COMMON	COMMON	COMMON	OCCASIONAL	COMMON	COMMON	COMMON	COMMON	OCCASIONAL	OCCASIONAL	OCCASIONAL	OCCASIONAL
SLOPE	GI	MS	MI	MI	MI	MI	GI	GI	GI	GI	GI	MI	MI	MI	MI

LATITUDE	3 47	3 50	4 15	4 15	4 16	4 16	4 12	3 30	3 30	3 30	3 30				
LONGITUDE	101 21	102 00	102 00	102 00	102 00	102 00	102 04	102 16	102 16	102 15	102 15				
ALTITUDE (m)	150	500	120	120	120	120	100	70	70	70	70	NA	NA	NA	NA
RAINFALL (MM)	1362	1381	2207	2207	2207	2207	2207	1857	1857	1857	1857	NA	NA	NA	NA
TEMPERATURE	32.2	32.2						32.5	32.5	32.5	32.5	NA	NA	NA	NA

INFLORESCENCE	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	N	Y	N	N	Y	Y
SEED CROP	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
PREDATION STATUS	N	AN/N	AN/N	AN/N	AN/N	AN/N	AN/N	AN/N	AN/N	AN/N	AN/N	AN/N	AN/N	AN/N	AN/N
FLOWERS	N	NIL	NIL	N	N	N	Y	N	N	N	N	N	N	N	N
SOIL COLOUR	GREYISH BLACK	BROWNISH BLACK	REDDISH BROWN	REDDISH BROWN	REDDISH BROWN	BROWNISH BLACK	BLACKISH GREEN	REDDISH YELLOW	REDDISH YELLOW	REDDISH BROWN	REDDISH BROWN	REDDISH BLACK	REDDISH BLACK	REDDISH BLACK	REDDISH BLACK

Tableau n°3: caractéristiques des rotins récoltés en mai 1993 en Malaisie péninsulaire pour *C. manan*

Seedlot No.	J1/93	J2/93	J3/93	T1/93	T2/93	T3/93	K1/93
Species	Calamus manan	Calamus manan	Calamus manan	Calamus manan	Calamus manan	Calamus manan	Calamus manan
Local Name	Manau	Manau minyak	Manau Telor	Manau Gajah	Manau Telor	Manau Telor	Manau
Location	Kg. Usaha Baru	Kg. Usaha Baru	Selai FR	Chaah FR	Hulu Mandak FR	Hulu Mandak FR	Kuala Betis
State	Johore	Johore	Johore	Trengganu	Trengganu	Trengganu	Kelantan
Provenance Name	Labis	Labis	Gunong Tiong, Selai	Sg. Tong	Tasek Kenyir	Tasek Kenyir	Kg. Humid
	Originate Sg. Buloh	Originate Sg. Buloh					
Forest Type	Plantation (R)	Plantation (R)	Primary Forest	Secondary Forest	Secondary Forest	Secondary Forest	Primary Forest
Espacement	20 x 12'	20 x 12'	NA	NA	NA	NA	NA
Habitat	Flat	Flat	Drainage hills	Drainage hills	Drainage hills	Drainage hills	Drainage line
Vegetation Struct.	Under Rubber	Under Rubber	Tall Open Forest	Tall Open Forest	Tall Open Forest	Tall Open Forest	Tall Open Forest
Soil Texture	Sandy Clay	Sandy Clay	Clay Sandy	Sandy Clay	Sandy Clay	Sandy Clay	Clay
Soil Colour	Greyish black	Greyish black	Brownish Yellow	Brownish Yellow	Brownish Yellow	Brownish Yellow	Reddish Yellow
Specie Frequency	1:1 (Rubber/Manau)	1:1 (Rubber/Manau)	Rare	Rare	Rare	Rare	Rare
Slope	Flat	Flat	Moderate Steep	Moderate Steep	Steep	Steep	Moderate Steep
			-20%	(20-30%)	-40%	-40%	-20%
Latitude	2 19	2 19	2 25	5 14	5 3	5 3	4 48
Longitude	103 2	103 2	103 17	102 49	102 34	102 33	101 40
Altitude (m)							
Infrutescence	N	N	Y	N	Y	Y	N
Seed crop	L	L	M	N	M	L	N
Predation Status	N	N	N	N	AN/IN	AN/IN	AN/IN
Flowers	N	N	N	N	Y	N	N
Seed weight (gm)	2 kg.	2 kg.					
Total of seeds	578	439	505	748	698	545	198
Collected as	Individual	Individual	Individual	Individual	Individual	Individual	Individual
Age (yr)	6 yr. 5 mth	6 yr. 5 mth	NA	NA	NA	NA	NA
Total Height (m)	25	20	20	20	60-70	50	30
Internode (cm)	21.55	23.25	27.40	26.70	25.80	25.90	21.80
Diameter (mm)	33.20	33.90	16.20	22.00	21.10	21.10	19.10
Date	April 27, 1993	April 27, 1993	April 28, 1993	May 5, 1993	May 6, 1993	May 6, 1993	May 9, 1993

Tableau n° 4: Origine des provenances de *Calamus manan* et *Calamus subinermis* étudiées par électrophorèse enzymatique

Nom	Latitude (°N)	Longitude (°E)	Elevation (m)	Nombre de descendances
<u>Calamus manan</u>				
M1-KALIMANTAN	nd	nd	nd	15
M2-KEPONG	3°11'	101°42'	nd	1
M3-BRUMAS	nd	nd	nd	18
M4-JEROCO	nd	nd	nd	15
M5-H35-KEPONG-SUNGAI BULOH	3°11'	101°42'	<100	3
M6-D3-KEPONG-SUNGAI BULOH	3°11'	101°42'	100-200	2
M7-BUKIT KANCING	3°09'	102°03'	200-300	1
M8-BUKIT TAMPUAI	2°56'	102°05'	<100	1
M9-BUKIT LANJAR	3°14'	101°32'	100-200	1
M10-KG JELU,ULU DONG	3°47'	101°21'	150	1
M11-PEMERAWAS,SG LAHA	3°50'	102°00'	500	1
M12-TERENGGUN,KUALA LIPIS	4°15'	102°00'	120	4
M13-KG LALANG LIPIS	4°12'	102°04'	100	1
M14-KEMASUL,MENTAKAB	3°30'	102°15'	70	4
M15-SUNGAI PANDAN,KUANTAN	nd	nd	nd	2
M16-SUATH-SUATH,KUANTAN	nd	nd	nd	2
M17-USAHA BARU,LABIS	2°19'	103°03'	100-200	2
M18-SELAI FR, GUNONG TIONG	2°25'	103°17'	700-800	1
M19-CHAAH FR, SG TONG TERRENGGANU	5°14'	102°49'	nd	1
M20-HULU MANDAK FR, TASEK KENYIR TERRENGGANU	5°03'	102°34'	nd	2
M21-KUALA BETIS, KG HUMID KELANTAN	4°48'	101°40'	nd	1
<u>Calamus subinermis</u>				
S1-BRUMAS	nd	nd	nd	17
S2-PUTATAN	5°50'	116°00'	nd	7
S3-KUALA PENYU	5°30'	115°30'	nd	7
S4-KOTA MARUDU	6°30'	116°40'	nd	1
S5-PULAU BANGGI	7°10'	117°10'	nd	1
S6-PENAMPANG	5°50'	116°10'	nd	7
S7-TAMPARULI	6°10'	116°20'	nd	5
S8-KOTA BELUD	6°30'	116°30'	nd	6
S9-TUARAN	6°10'	116°20'	nd	4
S10-KINARUT	5°50'	116°10'	nd	6
S11-PULAU GAYA	6°00'	116°10'	nd	1

Tableau n°5: Regroupement des descendances analysées en populations

CM01	Kalimantan (m)													
0001	32	21	21	11	11	32	43	31	21	32	21	11	21	
0002	22	22	22	11	11	32	43	21	22	32	21	11	21	
0003	22	22	22	11	11	32	43	31	22	32	21	21	21	
0004	22	21	00	11	11	22	22	31	22	32	21	21	11	
0005	22	21	21	11	11	22	22	31	22	32	21	22	11	
0006	32	21	21	11	11	33	22	21	22	33	32	22	21	
0007	22	21	11	11	11	33	44	11	22	33	22	22	22	
0008	22	11	22	11	11	33	44	11	22	32	32	22	22	
0009	22	11	00	11	11	33	43	21	22	32	32	11	32	
0011	22	21	21	11	11	33	33	31	22	22	32	11	22	
0013	22	21	21	11	11	33	43	21	22	32	32	22	32	
0014	22	11	00	11	11	33	22	31	22	33	33	22	32	
0016	32	21	21	11	11	33	33	33	21	33	32	22	22	
0017	22	21	21	11	11	33	43	33	22	33	32	22	22	
0018	32	11	22	11	11	33	43	31	22	32	32	22	22	
NEXT														
CM02	Jeroco (m)													
0030	32	31	22	11	11	11	21	31	21	32	22	22	21	
0031	32	31	22	11	11	21	21	31	21	11	22	11	11	
0032	32	11	22	11	11	11	22	21	21	11	32	11	21	
0033	22	11	22	11	11	21	22	21	21	11	22	11	21	
0034	22	00	22	11	11	22	22	21	21	11	21	11	31	
0035	32	11	11	11	11	22	44	21	21	11	21	22	32	
0036	33	31	21	11	11	22	44	21	21	11	22	22	32	
0038	33	31	21	11	11	21	32	21	22	11	21	11	21	
0039	33	11	21	11	11	22	42	21	11	11	22	11	21	
0040	33	11	21	11	11	11	32	21	11	11	22	11	21	
0041	32	31	22	11	11	21	44	22	21	11	22	21	21	
0042	32	21	22	11	11	21	44	21	21	11	22	21	21	
0043	33	11	22	11	11	21	22	21	21	11	21	21	21	
0044	32	32	22	11	11	11	21	33	22	11	22	22	21	
0045	32	21	22	11	11	21	21	33	22	11	22	22	22	
NEXT														
CM03	Brumas (m)													
0006	32	31	22	11	11	32	33	31	22	32	22	22	22	
0007	22	31	00	11	11	32	22	21	22	22	22	22	22	
0008	21	31	00	11	11	32	22	21	22	22	32	22	22	
0010	33	32	00	11	11	21	33	22	21	32	22	22	22	
0011	33	32	00	11	11	21	43	31	21	33	22	22	22	
0012	33	32	00	11	11	21	44	31	22	33	22	22	22	
0013	33	22	00	11	11	22	33	22	22	32	22	22	22	
0014	33	32	00	11	11	21	44	22	11	32	22	22	22	
0015	33	32	00	11	11	21	44	31	22	32	22	22	22	
0016	33	22	00	11	11	21	44	22	22	33	22	22	22	
0017	33	33	00	11	11	21	33	22	21	33	22	22	32	
0018	33	33	00	11	11	21	33	22	22	21	22	22	22	
0019	33	33	00	11	11	21	33	31	22	21	22	22	22	
0020	32	32	00	11	11	22	33	22	21	21	22	22	32	
0021	32	33	00	11	11	22	33	31	22	11	22	22	22	
0022	32	33	00	11	11	22	33	31	22	11	22	22	32	
0023	32	33	00	11	11	21	44	31	22	11	22	22	22	
0024	22	32	00	11	11	21	44	31	22	21	22	22	32	
NEXT														
CM04	Selangor (m)													
0010	22	11	22	11	11	33	43	31	22	32	32	22	22	
0060	32	21	22	11	11	11	42	33	21	32	32	22	22	
0061	33	21	22	11	11	21	32	22	22	21	33	22	32	
0062	21	21	22	11	11	21	22	22	22	11	33	22	32	
0063	21	21	21	11	11	21	43	22	21	11	32	22	21	
0064	22	21	22	11	11	21	43	33	21	11	22	22	22	
0065	11	22	22	11	11	21	32	33	21	21	22	21	22	
0066	21	22	22	11	11	21	44	33	21	11	22	11	22	
0067	32	21	22	11	11	22	43	22	22	11	32	22	22	
NEXT														

CM05 Pahang (m)
 0068 32 21 21 11 11 22 43 22 21 11 33 22 22
 0069 32 21 22 11 11 21 11 21 22 11 32 22 32
 0070 32 11 22 11 11 22 11 22 22 11 21 22 22
 0071 32 11 22 11 11 22 42 33 22 32 21 21 32
 0072 32 21 22 11 11 22 31 21 22 22 22 22 33
 0073 32 21 22 11 11 22 22 33 22 22 21 21 33
 0074 32 21 22 11 11 22 31 31 21 21 21 22 33
 0075 11 00 22 11 11 22 42 33 11 22 11 22 21
 0076 22 11 22 11 11 22 22 33 21 22 11 11 21
 0077 22 21 11 11 11 22 21 31 11 11 21 11 32
 0078 32 21 22 11 11 22 22 33 21 11 11 11 33
 NEXT
 CM06 PahangE (m)
 0079 32 11 22 11 11 22 42 33 11 11 21 11 33
 0080 32 11 22 11 11 22 21 31 21 21 22 11 32
 0081 32 21 11 11 11 22 32 31 21 11 22 21 21
 0082 32 21 22 11 11 22 32 31 22 21 21 21 11
 NEXT
 CM07 Johor (m)
 0083 32 21 22 11 11 21 22 22 22 21 21 21 11
 0084 32 11 21 11 11 22 21 22 21 21 21 21 21
 0085 32 22 21 11 11 11 22 11 21 21 21 21 21
 0086 32 21 11 11 11 11 22 31 21 21 21 11 21
 NEXT
 CM08 Terrengannu (m)
 0087 32 22 21 11 11 21 22 31 22 21 21 11 21
 0088 32 21 21 11 11 21 22 22 21 21 21 22 21
 0089 32 21 21 11 11 22 32 22 21 21 21 22 31
 NEXT
 CS01 Brumas (s) * ^
 0006 22 21 11 11 11 32 33 21 33 31 31 33 32
 0007 21 21 11 11 11 31 33 21 33 31 31 31 32
 0008 31 21 11 11 11 32 33 11 33 31 31 33 32
 0009 31 21 11 11 11 31 32 21 33 31 31 31 32
 0010 31 21 11 11 11 31 32 21 33 31 33 31 32
 0011 21 21 11 11 11 31 32 32 33 31 33 31 32
 0019 32 21 11 11 11 23 33 21 33 31 31 11 22
 0020 21 21 11 11 11 31 33 11 33 31 31 11 22
 0021 21 21 11 11 11 31 22 11 33 11 31 11 22
 0022 21 21 11 11 11 22 33 11 33 11 11 11 22
 0023 21 21 11 11 11 33 33 11 33 33 11 11 22
 0024 21 21 11 11 11 31 33 11 33 33 33 31 33
 0025 20 21 11 11 11 33 22 11 33 33 33 31 32
 0026 21 21 11 11 11 33 22 12 33 33 33 33 32
 0027 31 11 11 11 11 11 31 21 11 21 22 21 21
 0028 32 11 11 11 11 21 33 31 11 21 22 21 21
 0029 21 11 11 11 11 21 31 21 11 21 22 21 21
 NEXT
 CS02 Putatan (s)
 0012 21 21 11 11 11 31 22 32 33 31 33 31 22
 0013 21 21 11 11 11 33 32 32 33 33 33 33 22
 0014 21 21 11 11 11 33 22 21 33 33 33 11 22
 0015 21 21 11 11 11 33 22 21 33 33 11 11 22
 0016 21 21 11 11 11 31 22 21 33 11 11 11 22
 0017 21 21 11 11 11 31 32 21 33 31 11 11 22
 0018 21 21 11 11 11 23 33 21 33 31 31 11 22
 NEXT
 CS03 KPenyu (s)
 0030 10 21 11 11 11 21 31 31 11 21 21 11 11
 0031 22 11 11 11 11 21 31 31 21 32 22 31 11
 0032 00 22 11 11 11 21 32 31 21 21 22 31 11
 0033 11 22 11 11 11 21 31 31 21 21 22 21 11
 0034 20 11 11 11 11 21 31 31 21 21 22 21 11
 0035 21 21 11 11 11 22 32 31 22 21 22 31 33
 0051 21 21 11 11 11 22 32 32 21 32 21 21 22

CS04 Penampan (s)
0038 21 21 11 11 11 21 31 31 33 21 22 31 33
0044 21 21 11 11 11 21 21 32 11 21 32 33 33
0045 21 11 11 11 11 22 33 32 21 33 32 33 32
0048 11 21 11 11 11 22 11 32 32 11 32 33 33
0049 11 21 11 11 11 22 31 31 22 11 33 33 22
0050 21 21 11 11 11 22 32 33 21 33 32 33 22
0066 11 21 11 11 11 21 31 21 33 22 31 31 22
NEXT
CS05 Tamparuli (s)
0039 21 21 11 11 11 22 31 31 32 21 22 32 32
0040 32 21 11 11 11 22 32 31 33 32 22 33 33
0046 11 22 11 11 11 22 32 32 32 33 22 33 33
0059 11 21 11 11 11 22 31 22 11 32 11 21 21
0061 11 21 11 11 11 21 22 11 22 21 22 31 21
NEXT
CS06 KBelud (s)
0041 22 11 11 11 11 22 31 32 33 21 32 33 33
0053 32 21 11 11 11 22 33 33 21 33 22 21 22
0054 32 21 11 11 11 22 32 32 21 21 21 21 22
0056 21 21 11 11 11 22 31 31 11 32 11 11 21
0064 22 11 11 11 11 33 33 21 33 32 21 31 22
0065 32 22 11 11 11 22 32 21 33 21 31 31 22
NEXT
CS07 Tuaran (s)
0042 22 11 11 11 11 21 31 32 33 21 33 33 33
0043 21 22 11 11 11 22 31 32 33 33 33 33 32
0057 21 21 11 11 11 21 32 33 11 21 11 31 21
0060 33 11 11 11 11 22 31 31 21 32 21 31 21
NEXT
CS08 Kinarut (s)
0047 11 11 11 11 11 22 31 31 22 11 22 33 33
0052 32 21 11 11 11 22 31 31 21 21 21 31 22
0055 21 22 11 11 11 21 31 33 21 21 21 11 22
0058 33 21 11 11 11 22 33 31 21 21 21 21 21
0062 33 11 11 11 11 22 22 31 32 21 22 21 21
0063 11 11 11 11 11 22 31 31 33 32 21 21 32
NEXT

Tableau n°6: Codification des populations pour l'analyse isoenzymatique

Original pop. no.	Pop. no. on printout	Population name
CM01	1	Kalimantan (m)
CM02	2	Jeroco (m)
CM03	3	Brumas (m)
CM04	4	Selangor (m)
CM05	5	Pahang (m)
CM06	6	PahangE (m)
CM07	7	Johor (m)
CM08	8	Terrengannu (m)
CS01	9	Brumas (s)
CS02	10	Putatan (s)
CS03	11	KPenyu (s)
CS04	12	Penampan (s)
CS05	13	Tamparuli (s)
CS06	14	KBelud (s)
CS07	15	Tuaran (s)
CS08	16	Kinarut (s)

Tableau n° 7: Fréquences alléliques pour chaque espèce

Locus	<i>Calamus manan</i>	<i>Calamus subinermis</i>
Est-4		
(N)	79	55
1	.051	.445
2	.506	.400
3	.443	.155
Est-3		
(N)	77	59
1	.468	.559
2	.351	.441
3	.182	.000
Est-2		
(N)	59	59
1	.237	1.000
2	.763	.000
Est-1		
(N)	79	59
1	1.000	1.000
Ak-2		
1	1.000	1.000
Ak-1		
1	.266	.220
2	.557	.542
3	.177	.237
Hk		
1	.082	.195
2	.361	.280
3	.278	.525
4	.278	.000
G6Pdh		
1	.316	.424
2	.342	.254
3	.342	.322
Idh		
1	.278	.246
2	.722	.212
3	.000	.542
Pgi-2		
1	.468	.373
2	.304	.263
3	.228	.364
Pgi-1		
1	.184	.297
2	.671	.390
3	.146	.314
Adh		
1	.323	.475
2	.677	.110
3	.000	.415
Skdh		
1	.222	.169
2	.608	.559
3	.171	.271

Tableau n°8: Fréquences alléliques pour les populations de *Calamus manan* et de *Calamus subinermis*

Locus	Population															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Est-4 (N)	15	15	18	9	11	4	4	3	16	7	4	7	5	6	4	6
1	.000	.000	.028	.278	.091	.000	.000	.000	.406	.500	.500	.714	.700	.083	.250	.417
2	.867	.400	.278	.500	.545	.500	.500	.500	.406	.500	.500	.286	.200	.667	.500	.167
3	.133	.600	.694	.222	.364	.500	.500	.500	.188	.000	.000	.000	.100	.250	.250	.417
Est-3 (N)	15	14	18	9	10	4	4	3	17	7	7	7	5	6	4	6
1	.567	.679	.083	.444	.650	.750	.500	.333	.588	.500	.500	.571	.400	.583	.625	.667
2	.433	.107	.306	.556	.350	.250	.500	.667	.412	.500	.500	.429	.600	.417	.375	.333
3	.000	.214	.611	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
Est-2 (N)	12	15	1	9	11	4	4	3	17	7	7	7	5	6	4	6
1	.375	.200	.000	.056	.136	.250	.500	.500	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2	.625	.800	1.000	.944	.864	.750	.500	.500	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
Est-1 (N)	15	15	18	9	11	4	4	3	17	7	7	7	5	6	4	6
1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Ak-2 (N)	15	15	18	9	11	4	4	3	17	7	7	7	5	6	4	6
1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Ak-1 (N)	15	15	18	9	11	4	4	3	17	7	7	7	5	6	4	6
1	.000	.500	.306	.444	.045	.000	.625	.333	.324	.214	.357	.214	.100	.000	.250	.083
2	.233	.500	.611	.444	.955	1.000	.375	.667	.206	.071	.643	.786	.900	.833	.750	.917
3	.767	.000	.083	.111	.000	.000	.000	.000	.471	.714	.000	.000	.000	.167	.000	.000
Hk (N)	15	15	18	9	11	4	4	3	17	7	7	7	5	6	4	6
1	.000	.133	.000	.000	.318	.125	.125	.000	.059	.000	.286	.429	.200	.167	.375	.333
2	.267	.500	.111	.278	.409	.500	.875	.833	.265	.714	.214	.143	.400	.167	.125	.167
3	.367	.067	.528	.333	.136	.250	.000	.167	.676	.286	.500	.429	.400	.667	.500	.500
4	.367	.300	.361	.389	.136	.125	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
G6Pdh (N)	15	15	18	9	11	4	4	3	17	7	7	7	5	6	4	6
1	.500	.400	.306	.056	.182	.375	.375	.167	.676	.357	.429	.214	.400	.250	.125	.417
2	.133	.400	.444	.444	.273	.000	.500	.667	.265	.500	.071	.286	.300	.333	.250	.000
3	.367	.200	.250	.500	.545	.625	.125	.167	.059	.143	.500	.500	.300	.417	.625	.583
Idh (N)	15	15	18	9	11	4	4	3	17	7	7	7	5	6	4	6
1	.067	.467	.167	.278	.364	.500	.375	.333	.176	.000	.500	.286	.200	.333	.375	.250
2	.933	.533	.833	.722	.636	.500	.625	.667	.000	.000	.500	.357	.400	.167	.125	.500
3	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.824	1.000	.000	.357	.400	.500	.500	.250
Pgi-2 (N)	15	15	18	9	11	4	4	3	17	7	7	7	5	6	4	6
1	.000	.933	.278	.667	.500	.750	.500	.500	.441	.357	.357	.429	.200	.250	.250	.500
2	.367	.033	.361	.222	.455	.250	.500	.500	.088	.000	.500	.286	.400	.417	.375	.417
3	.633	.033	.361	.111	.045	.000	.000	.000	.471	.643	.143	.286	.400	.333	.375	.083
Pgi-1 (N)	15	15	18	9	11	4	4	3	17	7	7	7	5	6	4	6
1	.167	.133	.000	.000	.500	.250	.500	.500	.324	.500	.143	.071	.200	.417	.375	.333
2	.500	.833	.972	.556	.364	.750	.500	.500	.176	.000	.857	.429	.800	.417	.125	.667
3	.333	.033	.028	.444	.136	.000	.000	.000	.500	.500	.000	.500	.000	.167	.500	.000
Adh (N)	15	15	18	9	11	4	4	3	17	7	7	7	5	6	4	6
1	.333	.567	.000	.167	.364	.750	.625	.333	.559	.786	.571	.143	.200	.500	.250	.500
2	.667	.433	1.000	.833	.636	.250	.375	.667	.088	.000	.214	.000	.200	.167	.000	.250
3	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.353	.214	.214	.857	.600	.333	.750	.250
Skdh (N)	15	15	18	9	11	4	4	3	17	7	7	7	5	6	4	6
1	.267	.433	.000	.056	.091	.375	.625	.500	.088	.000	.714	.000	.200	.083	.250	.167
2	.633	.467	.889	.833	.409	.250	.375	.333	.618	1.000	.143	.500	.300	.750	.375	.583
3	.100	.100	.111	.111	.500	.375	.000	.167	.294	.000	.143	.500	.500	.167	.375	.250

Tableau n° 9 : Distance génétique inter-populations

Population	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1 Kalimantan (m)	*****	.255	.198	.136	.181	.219	.199	.160	.299	.333	.257	.374	.301	.211	.316	.270
2 Jeroco (m)	.341	*****	.173	.104	.107	.030	.035	.047	.393	.506	.218	.386	.317	.289	.357	.204
3 Brumas (m)	.322	.294	*****	.085	.182	.240	.257	.155	.579	.725	.414	.500	.374	.371	.522	.327
4 Selangor (m)	.259	.264	.222	*****	.082	.142	.145	.074	.401	.460	.291	.312	.315	.275	.332	.255
5 Pahang (m)	.295	.247	.331	.234	*****	.009	.092	.020	.419	.521	.220	.268	.222	.182	.213	.139
6 PahangE (m)	.337	.177	.379	.313	.178	*****	.060	.038	.367	.516	.115	.268	.191	.156	.209	.074
7 Johor (m)	.335	.198	.384	.304	.239	.240	*****	.000	.294	.329	.108	.328	.204	.185	.237	.153
8 Terrengannu (m)	.317	.243	.329	.265	.200	.253	.103	*****	.311	.359	.105	.271	.131	.132	.197	.119
9 Brumas (s)	.352	.427	.488	.394	.415	.438	.394	.423	*****	.041	.222	.130	.144	.070	.074	.158
10 Putatan (s)	.394	.496	.545	.439	.489	.505	.397	.436	.186	*****	.384	.250	.263	.140	.184	.296
11 KPenyu (s)	.364	.310	.414	.349	.320	.265	.264	.288	.315	.390	*****	.110	.035	.088	.088	.025
12 Penampan (s)	.409	.438	.442	.347	.320	.387	.418	.396	.259	.346	.247	*****	.000	.062	.000	.051
13 Tamparuli (s)	.376	.392	.408	.391	.322	.325	.362	.333	.290	.371	.207	.163	*****	.045	.025	.010
14 KBelud (s)	.320	.392	.395	.350	.274	.330	.333	.327	.207	.304	.244	.213	.217	*****	.000	.012
15 Tuaran (s)	.397	.437	.466	.379	.297	.356	.385	.362	.225	.332	.257	.140	.212	.160	*****	.034
16 Kinarut (s)	.366	.330	.395	.357	.244	.231	.311	.314	.271	.397	.168	.210	.182	.179	.215	*****

- sous la diagonale : distance absolue (Grégorius)
- au dessus de la diagonale : distance génétique non biaisée (Nei, 1978)